

ALGORITMA SEMUT UNTUK OPTIMASI PENENTUAN JALUR TERPENDEK FASILITAS UMUM (STUDI KASUS : KOTA SAMARINDA)

Deisy Novitha Sari¹, Septya Maharani²

Program Studi Ilmu Komputer, FMIPA Universitas Mulawarman

Deisy.novitha@gmail.com¹, septyamaharani@gmail.com²

Abstrak. Penentuan jalur terpendek bertujuan untuk memberikan solusi jalur terpendek kepada pengguna agar lebih cepat sampai ke lokasi tujuan serta menghemat waktu dan biaya. Pada penelitian ini penentuan jalur terpendek menggunakan Algoritma Semut. Untuk penyelesaian algoritma semut dibutuhkan lima langkah. Langkah pertama inisialisasi, langkah kedua menentukan rute kunjungan dan langkah ketiga adalah mencari perubahan intensitas jejak kaki semut, langkah keempat adalah mencari visibilitas, langkah terakhir adalah menentukan jalur dengan mencari nilai probabilitas. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma semut dapat diaplikasikan dalam menentukan jalur terpendek yang hasilnya ditampilkan dalam peta.

Kata kunci : Algoritma Semut, Fasilitas Umum, Jalur Terpendek, Peta.

Kota samarinda merupakan ibu kota dari provinsi Kalimantan Timur yang sedang berkembang perekonomiannya. Samarinda memiliki banyak lokasi fasilitas umum yang tersebar di wilayah samarinda. Jenis fasilitas umum yang ada adalah tempat wisata, perbelanjaan, penginapan, SPBU, dan Tempat Ibadah. Samarinda memiliki cukup banyak persimpangan yang cukup membuat bingung warga terlebih lagi warga pendatang untuk menuju suatu lokasi yang bisa menghemat waktu dan biaya melalui jalur yang lebih dekat. Sehingga jalur terpendeklah yang akan menjadi solusi terbaik.

Dari beberapa algoritma yang telah dikembangkan untuk menyelesaikan persoalan jalur terpendek, algoritma semut memiliki keunikan yaitu terinspirasi dari tingkah laku semut di dunia nyata saat proses pencarian makan dari sarangnya[1].

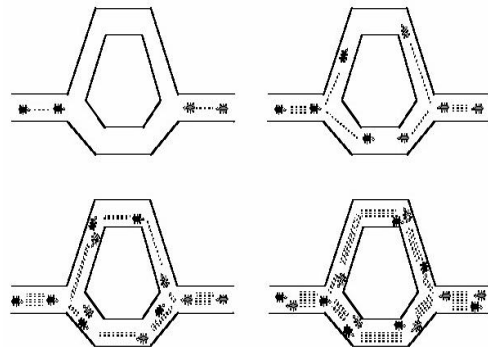
Dari masalah tersebut maka diperlukan suatu sistem untuk penentuan jalur terpendek fasilitas umum yang ada di kota dengan menggunakan algoritma semut.

METODOLOGI

Algoritma Semut diadopsi dari perilaku koloni semut yang dikenal sebagai sistem semut [3]. Pada Gambar 1 mengilustrasikan proses semut mencari makanan.

Koloni semut dapat menemukan jalur terpendek antara sarang dan sumber makanan

berdasarkan jejak kaki pada lintasan yang telah dilewati. Semakin banyak semut yang



Gambar 1 Perjalanan Semut Mencari Makanan

melewati suatu lintasan maka semakin jelas bekas jejak kakinya. Hal ini menyebabkan lintasan yang dilalui semut dalam jumlah sedikit semakin lama semakin berkurang kepadatan semut yang melewatinya, atau bahkan akan tidak dilewati sama sekali. Sebaliknya lintasan yang dilalui semut dalam jumlah banyak semakin lama akan semakin bertambah kepadatan semut yang melewatinya atau bahkan semua semut melewati lintasan tersebut.

Dalam algoritma semut, diperlukan beberapa variabel dan langkah- langkah untuk menentukan jalur terpendek (Leksono, 2009), yaitu:

Langkah 1 :

1. Penetapan Parameter dan Nilai Peromon Awal.

Inisialisasi harga Parameter-parameter algoritma, pertama nilai Intensitas jejak semut antar titik dan perubahannya (τ_{ij}), akan terus diperbaharui pada setiap iterasi dari awal hingga iterasi maksimum atau telah mencapai hasil yang optimum. Lalu Banyak titik (n) termasuk koordinat (x,y) atau jarak antar titik (d_{ij}). Kemudian menentukan titik berangkat dan titik tujuan, menentukan tetapan siklus semut (Q). Lalu menetapkan pengendali intensitas jejak semut (α) dimana nilai $\alpha \geq 0$ dan pengendali visibilitas (β) dimana nilai $\beta \geq 0$, setelah itu mencari nilai visibilitas antar wilayah $= 1/d_{ij}$ (η_{ij}). Selanjutnya menentukan banyak semut (m) yang akan mencari jalur terpendek dan menentukan nilai penguapan jejak semut (ρ) dimana nilai ρ harus > 0 dan < 1 untuk mencegah jejak peromon yang tak terhingga. Dan terakhir menentukan Jumlah siklus maksimum (NCmax) dimana nilai bersifat tetap selama algoritma dijalankan.

2. Inisialisasi titik pertama setiap semut.

Setelah inisialisasi τ_{ij} dilakukan, kemudian m semut ditempatkan pada titik pertama.

Langkah 2 :

Pengisian titik pertama ke dalam *tabulist*. Hasil inisialisasi titik pertama setiap semut dalam langkah 1 harus diisikan sebagai elemen pertama *tabulist*. Hasil dari langkah ini adalah terisinya elemen pertama *tabulist* setiap semut dengan indeks titik tertentu, yang berarti setiap $tabu_k(1)$ bisa berisi indeks titik antara 1 sampai n sebagaimana hasil inisialisasi pada langkah 1.

Langkah 3 :

Penyusunan rute kunjungan setiap semut ke setiap titik. Koloni semut yang sudah terdistribusi ke sejumlah atau setiap titik, akan mulai melakukan perjalanan dari titik pertama, masing-masing sebagai titik asal dan salah satu titik lainnya sebagai titik tujuan, kemudian dari titik kedua masing-masing, koloni semut akan melanjutkan perjalanan dengan memilih salah satu dari wilayah yang tidak terdapat pada $tabu_k$ sebagai titik tujuan selanjutnya.

Perjalanan koloni semut berlangsung terus menerus sampai semua titik satu persatu dikunjungi atau telah menempati $tabu_k$. Jika s menyatakan indeks urutan kunjungan, titik asal dinyatakan sebagai $tabu_k(s)$ dan titik-titik lainnya dinyatakan sebagai $\{N-tabu_k\}$, maka untuk menentukan titik tujuan digunakan

persamaan probabilitas titik untuk dikunjungi sebagai berikut :

$$p_{ij}^k = \frac{[\tau_{ij}]^\alpha \cdot [\eta_{ij}]^\beta}{\sum [\tau_{ik'}]^\alpha \cdot [\eta_{ik'}]^\beta} \text{ Untuk } j \in \{N-tabu_k\}$$

dengan i sebagai indeks titik asal dan j sebagai indeks titik tujuan.

Langkah 4 :

Perhitungan perubahan nilai intensitas peromon semut antar titik. Koloni semut akan meninggalkan peromon pada lintasan antar titik yang dilaluinya. Adanya penguapan dan perbedaan jumlah semut yang lewat, menyebabkan kemungkinan terjadinya perubahan nilai intensitas peromon semut antar titik (lokal). Persamaan perubahan ini adalah :

$$\Delta\tau_{ij} = \frac{1}{L_{mn} \cdot c}$$

L_{mn} adalah panjang rute yang diperoleh, lalu c adalah jumlah titik yang sudah dijalani sedangkan $\Delta\tau_{ij}$ adalah perubahan intensitas feromon.

Langkah 5 :

Perhitungan harga intensitas peromon semut antar titik untuk siklus selanjutnya (global). Harga intensitas peromon semut antar titik pada semua lintasan antar titik ada kemungkinan berubah karena adanya penguapan dan perbedaan jumlah semut yang melewati. Untuk siklus selanjutnya, semut yang akan melewati lintasan tersebut harga intensitasnya telah berubah.

Harga intensitas peromon semut antar titik untuk siklus selanjutnya dihitung dengan persamaan :

$$\tau(i,j) \leftarrow (1 - \rho) \cdot \tau(i,j) + \Delta\tau(i,j)$$

Langkah 6 :

Pengosongan *tabu list*, dan ulangi langkah 2 jika diperlukan. *Tabu list* perlu dikosongkan untuk diisi lagi dengan urutan titik yang baru pada siklus selanjutnya, jika jumlah siklus maksimum belum tercapai atau belum terjadi konvergensi. Algoritma diulang lagi dari langkah 2 dengan harga parameter intensitas peromon semut antar titik yang sudah diperbaharui.

Setiap parameter akan diuji dan dipilih nilai yang terbaik untuk mendapatkan jalur terpendek yang optimum dengan waktu tercepat pada sistem. Parameter yang akan diubah adalah τ_{ij} , α , β , q_0 dan ρ . Parameter τ_{ij} akan

diuji dengan nilai 0.001, 0.01, 0.1, 0.5 dan 1. Parameter α akan diuji dengan nilai 0, 0.5, 1, 2 dan 4. Parameter β akan diuji dengan nilai yang sama seperti parameter α yaitu 0, 0.5, 1, 2 dan 4. Lalu parameter q_0 akan diuji dengan nilai 0.1, 0.5, 1, 3 dan 5. Terakhir parameter ρ yang akan diuji dengan nilai 0.01, 0.05, 0.1, 0.5 dan 1. Selain parameter-parameter diatas jumlah semut dan banyak siklus juga akan diuji untuk mendapatkan rute optimum dengan waktu pencarian sistem yang cepat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mendapatkan jalur terpendek pada sistem ini, terdapat tahap yang dilalui yaitu :

1. Masukkan titik awal dan titik tujuan yang berupa fasilitas umum
2. Inisialisasi Parameter berupa α , β , ρ , q_0 , dan m , dimana nilai parameter ini telah ditentukan dan merupakan nilai terbaik.
3. Proses menghitung dengan menggunakan algoritma semut. Untuk memulai perhitungan terdapat 5 siklus, untuk siklus pertama maka proses pencarian dengan jumlah semut 10 lalu dimulai dengan menghitung nilai probabilitas. Dimulai dengan siklus pertama dan semut pertama lalu kemudian perhitungan probabilitas dan nilai random, jika kota tujuan dicapai maka dihitung jarak jalan yang dilalui jika tidak maka kembali menghitung nilai probabilitas. Perhitungan akan terus terjadi hingga semut mencapai jumlah maksimal. Jumlah maksimal yang telah ditentukan adalah sebanyak 10 semut. setelah mencapai jumlah maksimal semut maka perbaharui intensitas jarak feromon. Selanjutnya perhitungan diulang lagi hingga mencapai siklus maksimum sebanyak 5 kali.
4. Jika jumlah semut dan siklus maksimal telah terpenuhi maka akan tampil Jarak dan Jalur terpendek.
5. Jika tidak ditemukan Jarak dan Jalur terpendek maka terjadi kondisi terbalik atau disebut *inverting condition*, dimana mengubah titik awal dan titik tujuan menjadi sebaliknya.
6. Tampil Jarak dan Jalur Terpendek.

Pengujian Sistem Sistem Berdasarkan Banyak Siklus (NC_{max})

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengubah banyaknya siklus dan diuji dengan

pencarian antara titik asal dan titik tujuan yang tetap. Sedangkan untuk parameter lainnya, digunakan nilai yang sama yaitu :

Nilai $\rho = 0.05$

Nilai $\alpha = 0.5$

Nilai $\beta = 1$

Nilai $q_0 = 0.5$

Nilai $m = 10$

Pengujian ini akan diperoleh Jarak terpendek dan waktu rata-ratanya untuk mendapatkan jalur optimum. Hasil dari pengujian berdasarkan banyak siklus akan ditunjukkan dalam tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pengujian Berdasarkan Banyak Siklus

NC_{max}	Jarak Terpendek	Waktu rata-rata	Keberhasilan
3	-	00:03:53	Tidak menemukan jalur terpendek
5	3078 meter	00:05:14	Jalur terpendek optimum
8	3078 meter	00:07:39	Jalur terpendek optimum
10	3078 meter	00:09:14	Jalur terpendek optimum

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dimana hasilnya telah dicantumkan pada tabel 1, NC_{max} mempengaruhi waktu pencarian dan hasil pencarian. Pada saat NC_{max} berjumlah 3, sistem tidak mendapatkan jalur terpendek sedangkan saat NC_{max} berjumlah 5 hingga 10, sistem telah menemukan jalur terpendek dan semakin banyak siklus semakin lama pula proses pencarian jalur terpendek.

Sistem berdasarkan Banyak Semut (m)

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengubah banyaknya semut dan diuji dengan pencarian antara titik asal dan titik tujuan yang tetap. Sedangkan untuk parameter lainnya, digunakan nilai yang sama yaitu :

Nilai $\rho = 0.05$

Nilai $\alpha = 0.5$

Nilai $\beta = 1$

Nilai $q_0 = 0.5$

Nilai $NC_{max} = 5$

Pengujian ini akan diperoleh Jarak terpendek dan waktu rata-ratanya untuk mendapatkan jalur optimum. Hasil dari pengujian berdasarkan banyak semut (m) akan ditunjukkan dalam tabel 2.

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, pengaruh semut terhadap hasil sangat signifikan. Dimana sistem memerlukan

m sebanyak 10 untuk mendapatkan hasil yang optimal.

Tabel 2. Hasil Pengujian Berdasarkan Banyak Semut (m)

m	Jarak Terpendek	Waktu rata-rata	Keberhasilan
3	-	00:02:45	Proses Inverting dan Tidak menemukan jalur terpendek
5	-	00:04:21	Proses Inverting dan Tidak menemukan jalur terpendek
10	3078 meter	00:05:14	Jalur terpendek optimum
20	3078 meter	00:10:25	Jalur terpendek optimum

Sistem berdasarkan Parameter α

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengubah nilai α dan diuji dengan pencarian antara titik asal dan titik tujuan yang tetap. Sedangkan untuk parameter lainnya, digunakan nilai yang sama yaitu

Nilai $\rho = 0.05$

Nilai $\beta = 1$

Nilai $q_0 = 0.5$

Nilai $m = 10$

Nilai $NC_{\max} = 5$

pengujian ini akan diperoleh Jarak terpendek dan waktu rata-ratanya untuk mendapatkan jalur optimum. Hasil dari pengujian berdasarkan nilai α akan ditunjukkan dalam tabel 3.

Tabel 3 Hasil Pengujian Berdasarkan Parameter α

α	Jarak Terpendek	Waktu rata-rata	Keberhasilan
0.01	3581 meter	00:05:50	Kurang Akurat
0.1	3105 meter	00:05:42	Cukup Akurat
0.5	3078 meter	00:05:14	Jalur terpendek optimum
0.8	3078 meter	00:05:14	Jalur terpendek optimum
1	3078 meter	00:05:15	Jalur terpendek optimum

Berdasarkan hasil pengujian parameter α yang merupakan nilai dari tetapan pengendali intensitas feromon cenderung lebih mempengaruhi hasil dari pencarian. Terlihat saat α bernilai antara 0.5 hingga 1 telah mencapai hasil yang optimal.

Sistem berdasarkan Parameter β

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengubah nilai β dan diuji dengan pencarian

antara titik asal dan titik tujuan yang tetap. Sedangkan untuk parameter lainnya, digunakan nilai yang sama yaitu

Nilai $\rho = 0.05$

Nilai $\alpha = 0.5$

Nilai $q_0 = 0.5$

Nilai $m = 10$

Nilai $NC_{\max} = 5$

Pengujian ini akan diperoleh Jarak terpendek dan waktu rata-ratanya untuk mendapatkan jalur optimum. Hasil dari pengujian berdasarkan nilai β akan ditunjukkan dalam tabel 4 berikut.

Tabel 4. Hasil Pengujian Berdasarkan Parameter β

β	Jarak Terpendek	Waktu rata-rata	Keberhasilan
0.01	3581 meter	00:05:50	Kurang akurat
0.1	3081 meter	00:06:30	Jalur terpendek optimum
0.5	3081 meter	00:06:05	Jalur terpendek optimum
0.8	3081 meter	00:05:30	Jalur terpendek optimum
1	3081 meter	00:05:14	Jalur terpendek optimum

Berdasarkan hasil pengujian tersebut, parameter β yang merupakan nilai tetapan pengendali visibilitas ternyata mempengaruhi waktu proses pencarian jalur terpendek. Semakin tinggi nilai β maka akan semakin cepat waktu eksekusinya.

Sistem berdasarkan Parameter ρ

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengubah nilai ρ dan diuji dengan pencarian antara titik asal dan titik tujuan yang tetap. Sedangkan untuk parameter lainnya, digunakan nilai yang sama yaitu

Nilai $\alpha = 0.5$

Nilai $\beta = 1$

Nilai $q_0 = 0.5$

Nilai $m = 10$

Nilai $NC_{\max} = 5$

Tabel 5 Hasil Pengujian Berdasarkan Parameter ρ

ρ	Jarak Terpendek	Waktu rata-rata	Keberhasilan
0.05	3078 meter	00:05:14	Jalur terpendek optimum
0.01	3078 meter	00:05:18	Jalur terpendek optimum
0.1	3078 meter	00:05:19	Jalur terpendek optimum
0.5	3581 meter	00:05:50	Kurang Akurat
0.9	3581 meter	00:05:53	Kurang Akurat

Pengujian ini akan diperoleh Jarak terpendek dan waktu rata-ratanya untuk mendapatkan jalur optimum. Hasil dari pengujian berdasarkan nilai ρ akan ditunjukkan dalam tabel 5.

Berdasarkan hasil pengujian parameter ρ yang merupakan intensitas penguapan feromon, terlihat bahwa nilai ρ ternyata berpengaruh terhadap waktu proses pencarian jalur terpendek yang optimal. Semakin tinggi nilai ρ maka akan semakin cepat waktu eksekusinya walaupun tidak terlalu signifikan. Selama proses pengujian juga diperoleh bahwa nilai ρ cenderung lebih mempengaruhi banyaknya keberhasilan pencarian apabila ρ bernilai antara 0.05 hingga 0.1.

Sistem berdasarkan Parameter q_0

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengubah nilai q_0 dan diuji dengan pencarian antara titik asal dan titik tujuan yang tetap. Sedangkan untuk parameter lainnya, digunakan nilai yang sama yaitu

Nilai $\alpha = 0.5$

Nilai $\beta = 1$

Nilai $\rho = 0.05$

Nilai $m = 10$

Nilai $NC_{\max} = 5$

Pengujian ini akan diperoleh Jarak terpendek dan waktu rata-ratanya untuk mendapatkan jalur optimum. Hasil dari pengujian berdasarkan nilai q_0 akan ditunjukkan dalam tabel 6.

Tabel 6 Hasil Pengujian Berdasarkan Parameter q_0

q_0	Jarak Terpendek	Waktu rata-rata	Keberhasilan
0	3078 meter	00:05:14	Kurang akurat
0.5	3078 meter	00:05:39	Jalur terpendek optimum
0.8	3581 meter	00:05:50	Tidak Akurat
1	-	00:10:50	Proses Inverting dan Tidak menemukan jalur terpendek
5	-	00:10:53	Proses Inverting dan Tidak menemukan jalur terpendek

Selama proses pengujian diperoleh bahwa ketika q_0 bernilai 0 tingkat keberhasilan menemukan jalur terpendek yang optimal lebih tinggi dibandingkan dengan q_0 bernilai 0.8. ketika nilai q_0 bernilai 1 dan 5 sistem sama sekali tidak dapat memberikan hasil. Ini

menunjukkan bahwa q_0 sangat mempengaruhi peluang pencarian titik tujuan.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa algoritma semut dapat diaplikasikan dalam menentukan rute terpendek fasilitas umum antara dua titik yang diinginkan. Sistem ini dapat menunjukkan jalur-jalur terpendek antara dua titik yang diinginkan dan menampilkan hasilnya pada peta. Dari hasil pengujian berdasarkan banyak siklus dan banyak semut, semakin sedikit jumlah siklus maka akan mempengaruhi terhadap waktu sedangkan pada jumlah semut sangat berpengaruh terhadap hasil pencarian jalur terpendek. Selain itu dari hasil pengujian berdasarkan parameter α tidak terlalu signifikan mempengaruhi waktu pencarian jalur terpendek dan hasil pengujian β , q_0 dan mempengaruhi waktu eksekusi pencarian jalur terpendek menuju lokasi tujuan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fauzi, S.2010. "Pencarian Jalur Terpendek Traveling Salesman Problem Menggunakan Ant Colony System". Skripsi Jurusan Teknik komputer Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Komputer Indonesia.
- [2] Leksono, A. 2009. "Algoritma Ant Colony Optimization(ACO) untuk menyelesaikan traveling salesman problem (TSP)". Skripsi Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Diponegoro.
- [3] Santosa, B dan Paul, W.2011.*Metode Metaheuristik-Konsep Dan Implementasi*. Surabaya: Gunawidya.